

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

铝电解槽筑炉技术规范

Technical specification for aluminum electrolytic cell furnace building

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国技术市场协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 施工前槽壳检查 1

5 槽底部保温层砌筑 1

 5.1 施工准备、放线 1

 5.2 砌筑 1

6 阴极炭块组装 3

 6.1 糊料组装 3

7 阴极炭块组安装 6

 7.1 阴极炭块组安装 6

 7.2 阴极炭块组安装要求 6

 7.3 质量管控 6

 7.4 检测方法 6

8 钢棒焊接 6

 8.1 窄缝熔焊 7

 8.2 连接片焊接 7

9 阴极炭块周围砌筑 7

 9.1 抹窗口、砌周围保温层 7

 9.2 浇注料 8

 9.3 砌筑高铝耐火砖 9

 9.4 角部炭块、侧部氮化硅砖砌筑 9

10 电解槽扎固作业 10

 10.1 清扫槽体 10

 10.2 捣打碳间缝及周围缝 10

11 槽沿板焊接 11

 11.1 焊接要求 11

 11.2 质量管控 11

 11.3 检测方法 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由××××提出。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

铝电解槽筑炉技术规范

1 范围

本文件规定了铝电解槽筑炉的施工前槽壳检查、槽底部保温层砌筑、阴极炭块组装、阴极炭块组安装、钢棒焊接、阴极炭块周围砌筑、电解槽扎固作业、槽沿板焊接。

本文件适用于铝电解槽筑炉的设计与建造。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 施工前槽壳检查

- 4.1 施工前对槽壳四周及槽壳支墩进行检查，发现支墩损坏或槽壳开焊等现象及时处理，记录并存档。槽壳与 AB 梁间隙内的杂物清理干净。
- 4.2 在确保槽壳绝缘合格，四周卫生干净的前提下进行施工。
- 4.3 对于槽壳开焊、开裂，原则上以更换长侧或槽壳为主，补焊处理为辅。
- 4.4 槽壳清理干净后，检查槽壳的完好情况及平整度。
- 4.5 对于槽壳变形过大或腐蚀过于严重的以更换长侧或槽壳为主。
- 4.6 槽壳校正维修标准参照槽壳校正技术规范及验收标准执行。

5 槽底部保温层砌筑

5.1 施工准备、放线

槽壳清理干净后，在砌筑前测定槽底和槽壁的纵横中心线，标定砌筑各层高度线和各边膨胀线。

5.2 砌筑

防渗料层以下，各层板材或砖应从槽壳横轴线中心往两端错缝铺砌，并用木锤或橡皮锤轻轻打紧。

5.2.1 砌筑第一层保温板

5.2.1.1 砌筑

应符合下列规定：

- a) 砌筑前先采用氧化铝粉对槽底板进行找平，要求找平后表面平整度 $\leq 2\text{ mm}$ ；
- b) 材料铺设平直，接缝 $\leq 2\text{ mm}$ ，所有缝隙用氧化铝粉填实填满，氧化铝粉只对缝隙进行填充，材料表面应清扫干净，避免氧化铝粉造成材料表面平整度不够，影响第二层材料铺设要求；
- c) 切材料时，必须用锯切割，并要求切割面平齐。

5.2.1.2 质量管控点

应符合下列规定：

- a) 确保槽底板与保温板完好接触，不得出现局部悬空错台；
- b) 错缝干砌间隙填满氧化铝粉；

- c) 所使用的材料合格，发现缺陷超标的及时分拣出来。

5.2.1.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 板尺检查缝隙；
- b) 查看氧化铝粉填实情况。

5.2.2 第二层至防渗料层的各种板材砌筑

5.2.2.1 砌筑要求

应符合下列规定：

- a) 材料间缝隙 $\leq 2\text{mm}$ ，缝隙用氧化铝粉填实填满，氧化铝粉只对缝隙进行填充，材料表面应清扫干净，避免氧化铝粉造成材料表面平整度不够，影响下一层材料铺设要求；防止氧化铝粉累积占用高度，造成防渗料层空间被过度压缩，使防渗层厚度不足；
- b) 砌筑时与已砌筑好的上一层材料上下错缝砌筑，上、下层材料不能形成通缝；
- c) 砌筑后要求表面的平整度 $\leq 2\text{mm}$ 。

5.2.2.2 质量管控点

应符合下列规定：

- a) 确保各层平整度，缝隙用氧化铝粉填实填满；
- b) 相邻之间禁止错台；
- c) 每施工完一个环节，检查质量符合标准后签字确认。

5.2.2.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 用铝合金方管检查平整度；
- b) 板尺检查缝隙；
- c) 查看氧化铝粉填实情况。

5.2.3 防渗料层以下的各种砖砌筑

5.2.3.1 砌筑要求

应符合下列规定：

- a) 所有砖缝用氧化铝粉填充；
- b) 砖在加工时用锯切割，切割面应平直；
- c) 砖砌筑后要求表面平整度 $\leq 2\text{ mm}$ ，缝隙 $\leq 2\text{ mm}$ ；
- d) 砌筑完毕，将表面氧化铝粉清扫干净，给下道工序做好准备工作。

5.2.3.2 质量管控点

应符合下列规定：

- a) 砖缝使用氧化铝粉进行灌注确保砖缝氧化铝粉饱满；
- b) 上下错缝，表面平整。

5.2.3.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 查看砖缝氧化铝粉是否饱满，砖面清洁度是否干净；
- b) 用铝合金方管检查砖表面的平整度；
- c) 用施工线检查砖的高度。

5.2.4 防渗料层的铺设

5.2.4.1 铺设要求

干式防渗料采用平板振动器进行振实，原则上分2~3层振捣，且应符合下列规定：

- a) 根据干式防渗料的压缩比，计算铺料高度和振实后的高度，防渗料的堆积密度(kg/m^3) ≥ 1550 ，振实密度(kg/m^3) ≥ 1930 ，压缩比要 $\geq 1.25:1$ 为合格，达到 $1.3:1$ 为最佳，每层都要测量计算。
- b) 在电解槽四周安装模板(粘土质隔热耐火砖砌筑的小墙内)，然后下入干式防渗料，用刮板控制铺料高度并刮平，将多余的料取出；铺设干式防渗料时，严禁脚踏，保证干式防渗料的自由松散度，实现震捣后的密实度均匀；
- c) 在干式防渗料上平铺一层聚乙烯薄膜或彩条布，再在其上平铺一层厚度为 $0.5\sim 1\text{mm}$ 薄钢板；
- d) 铺好后用平板振动器进行振捣，振动器呈直线运动，从周围向槽中心推进，再由中心向外推进，往复振捣不少于6遍，确保边部和角部物料均被震实；
- e) e、干式防渗料的振实度，需通过投入的物料量以及振实后的高度来检查；
- f) f、干式防渗料振实后的高度与图纸上的偏差，须控制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内；
- g) g、铺设第二层防渗料前，要对第一层防渗料进行拉毛起刺；
- h) h、第二层防渗料铺设后，重复前述的刮平、震捣、测量过程；
- i) i、在检查干式防渗料表面的平整度时，如有过高的地方可以向低的地方找平。如有必要也可均匀地铺一层浮料，但浮料高度不能超过 3mm ；
- j) j、按照施工要求，在防渗料上方铺设一层不低于 1.5mm 的钢板，钢板厚度根据设计院要求执行。

5.2.4.2 质量管控点

应符合下列规定：

- a) 防渗料平整度、高度及压缩密实度；
- b) 振动器性能完好；
- c) 前行速度均匀不跳行。

5.2.4.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 用施工线和尺子检查防渗料平整度，根据目前防渗料测量方法，防渗料压缩比的计算方式为：虚料高度/[虚料高度-(振后高度-振前高度)]。防渗料高度测量从上平面至槽壳上沿或槽壳上部基准线，压缩比测量也可使用重锤测量作为参考；
- b) 检查振动器有无漏振。

6 阴极炭块组装

组装之前，须先进行炭块外观检查、卫生清理，阴极炭块与阴极钢棒组装分为糊料组装和磷铁浇铸两种方式。

6.1 糊料组装

6.1.1 阴极碳素材料性能

- 6.1.1.1 阴极炭块需符合YS/T 623的规定。
- 6.1.1.2 全石墨化阴极炭块灰分不应大于 0.5% ，石墨化度不应大于 98% 。
- 6.1.1.3 半石墨质阴极炭块真密度不应小于 $1.82\text{g}/\text{cm}^3$ ，耐钠侵蚀性不应小于95级。
- 6.1.1.4 炭块供应商需提供第三方检测报告，包括体积密度、热膨胀系数及微观结构分析。

6.1.2 糊料使用

糊料使用前首先在混捏锅内进行搅拌，并根据要求调整至合适的温度，使用时要使其处于松散状态，便于铺糊刮料。

6.1.3 钢棒除锈

6.1.3.1 除锈要求

钢棒通过酸洗、抛丸或喷砂处理进行除锈,使钢棒露出金属光泽(如果采用酸洗,需用手提砂轮机加碗型钢丝刷打掉钢棒上的钝化层),并按照图纸要求刷涂绝缘层。钢棒表面不得有灰尘油污。

6.1.3.2 质量管控点

应符合下列规定:

- a) 表面除锈光洁度;
- b) 变形情况;
- c) 绝缘层的刷涂质量。

6.1.3.3 检测方法

应符合下列规定:

- a) 查看除锈光洁度及绝缘层刷涂;
- b) 靠尺测变形弯曲度。

6.1.4 炭块检查

炭块使用前检查外观是否有裂纹、缺口掉角等缺陷,确保组装炭块合格。

6.1.5 阴极炭块组装

6.1.5.1 阴极炭块和钢棒糊组装

应符合下列规定:

- a) 组装前对阴极炭块进行检查,用压缩空气吹净炭块燕尾槽内的灰尘,燕尾槽内铺设一层合适高度的石墨粉;
- b) 阴极钢棒除锈后表面露出银灰色金属光泽,整根阴极钢棒的最大弯曲度、扭曲度 ≤ 3 mm;
- c) 每次加糊后用梯板尺刮平再捣固,要求捣固两次往返,压缩比 1.60~1.65:1 为宜,按 7 层进行捣固,捣固后糊与炭块表面呈水平、光滑,风压要求 0.65~0.75 Mpa;
- d) 扎固时锤头每次移动距离 10~20 mm,保持捣固机垂直,严禁捣固锤打坏炭块,防止异物进入糊料内;
- e) 炭块组装时钢棒中间空隙按照图纸要求预留缓冲缝隙,其余部分用糊料分 2-3 层捣打,不宜过实,与炭块平齐。

6.1.5.2 质量管控

应符合下列规定:

- a) 确保所使用的炭块、钢棒、糊料理化指标和外观标准合格;
- b) 调整钢棒时,钢棒与燕尾槽底部不得有悬空现象;
- c) 组装后阴极钢棒禁止凸出炭块表面,与炭块表面差控制在 -2 mm 以内;
- d) 使用 200A 直流电流测量阴极压降,GS-3、GS-5 石墨质炭块压降冬季 ≤ 35 mV,夏季 ≤ 30 mV,全石墨阴极压降冬季 ≤ 30 mV,夏季 ≤ 20 mV;冬季按照 11 月-3 月,夏季 4 月-10 月;使用进口或新工艺炭块、糊料时,压降值根据厂家提供参数或设计院参数进行控制。要探索使用标准仪器,测量准确,数据重现性好,不断总结经验,加强一致性控制,在规范的操作质量下,找到最合适的控制区间;
- e) 对于压降超标的情况要认真分析,查找原因,原则上单组炭块平均压降超标的禁止使用。

6.1.5.3 检测方法

应符合下列规定:

- a) 用压降测量仪或直流电焊机和万用表进行测量;
- b) 将测量的原始压降由所属车间人员签字确认,并记录在大修槽台帐中;
- c) 用靠尺测钢棒高度。

6.1.6 磷生铁浇铸

6.1.6.1 阴极钢棒备料及除锈

应符合下列规定：

- a) 钢棒根据大修要求进行外观确认，如果存在弯曲现象，应进行矫直；
- b) 钢棒采用酸洗、抛丸或喷砂处理进行除锈，使阴极钢棒表面露出银灰色金属光泽(如果采用酸洗，需用手提砂轮机加碗型钢丝刷打掉 钢棒上的钝化层)。钢棒表面不得有灰尘油污。

6.1.7 化磷生铁

应符合下列规定：

- a) 将磷生铁块放到中频炉内加热。磷生铁必须保持清洁无杂质，磷生铁微量元素成份建议如下：

C	Si	Mn	P	S
6.0%~6.5%	2.8%~6.3%	0.4%~0.9%	0.6%~0.9%	≤0.1%

- b) 磷生铁水最终加热温度为 1450±50℃, 浇铸时温度不应低于 1400 ℃；
- c) 钢棒的加热平均温度 600℃, 炭块的加热平均温度 400 ℃。

6.1.8 局部绝缘区域及糊料扎固区域的预处理

应符合下列规定：

- a) 阴极炭块和阴极钢棒在组装台上放置好后，按图纸要求，在钢棒 绝缘区域及糊料扎固区域暂用水玻璃砂或耐温 1250 ℃以上的陶瓷纤维毡填充，待浇铸完成并冷却后，再将其清除，采用阴极钢棒绝缘专用碳化硅捣打料进行绝缘处理和糊料扎固。
- b) 在对应浇铸磷铁区域的钢棒上沿涂刷耐高温漆。

6.1.9 钢棒和炭块加热

钢棒和炭块在阴极组预热器上进行加热：钢棒的加热温度不低于550℃, 具体应根据浇铸工艺确定，温度须在任意位置进行多点测量；炭块的加热平均温度不低于400℃, 具体根据浇铸工艺确定，在每个 阴极炭块上两个燕尾槽的底面与侧面上，相应部位各测三个点，并做好各测点的测量记录。

6.1.10 阴极炭块组装

应符合下列规定：

- a) 完成加热的阴极炭块用压缩空气将炭块燕尾槽内的灰尘吹干净；
- b) 完成加热的阴极钢棒组装时表面不准有灰尘；
- c) 整根阴极钢棒的最大弯曲度、扭曲度≤3 mm；
- d) 阴极钢棒轴向中心线与炭块燕尾槽轴向中心线平行度偏差不允许超过炭块长度的 1%, 钢棒组装后总长度偏差不大于±5mm, 弯曲度不大于 3mm；
- e) 在钢棒绝缘区域及糊料扎固区域的水玻璃砂或耐高温陶瓷纤维毡填充完好；
- f) 浇铸磷生铁，每组阴极一次浇铸完成，要求浇铸饱满，不得有空隙；浇铸后及时清除多余的磷生铁，磷生铁表面凸起≤3 mm；
- g) 组装后阴极钢棒禁止高出炭块表面，与炭块表面差控制在（0~2）mm。

6.1.11 钢棒局部绝缘处理及糊料扎固

磷生铁浇铸完成并完全冷却后，将原填充的水玻璃砂或耐高温陶瓷纤维毡清除，按图纸要求在阴极炭块投影内钢棒绝缘区域填充碳化 硅捣打料，在阴极炭块投影外侧涂刷碳化硅火泥；在糊料扎固区域按照图纸要求预留缓冲缝隙，其余部分用糊料分2-3层捣打，不宜过实，与炭块平齐。

6.1.12 组装后阴极炭块组质量要求

应符合下列规定：

- a) 导电性能：
 - 1) 以工作面和阴极钢棒露出端为两极，采用 200A 直流电测量，压降值在≤12 mV。使用进口或新工艺炭块、糊料时，压降值根据厂家提供参数或设计院参数进行控制。
 - 2) 测量方法：阴极炭块组装完毕冷却至室温，以直流电焊机(或压降测量仪)为电源，正、负极两根导线的两端，一端联接于电焊机，一端焊接于 10×60×60(mm) 铝板，正、负极铝板分别压紧连接于阴极钢棒和阴极炭块工作面，使阴极炭块短时间通以额定直流电，

每根阴极钢棒测量对应阴极炭块工作面上三点，取一端两根钢棒各测量的三点电压平均值，为阴极炭块每端的电压值。

b) 外观：

- 1) 由燕尾槽向外延伸的裂纹宽度不大于 0.5 mm，长度不大于 60 mm，其它缺陷符合阴极炭块标准；
- 2) 检查完外观，挪动炭块前要进行翻转，使钢棒侧朝下；
- 3) 炭块组堆放要按作业基准进行。炭块组堆放要轻吊轻放，所压炭块部位要有防压措施，严禁雨淋、受潮。
- 4) 每组炭块组均需检查、测量。

7 阴极炭块组安装

7.1 阴极炭块组安装

7.1.1 在安装阴极炭块组前，必须检查防渗料的平整度，符合要求 方可将合格的阴极炭块组有序地放于槽壳内。

7.1.2 安放阴极炭块选择压降接近的炭块放在同一槽内，压降最大的放中间，压降最小的放两端，炭块组以槽中心为基准按电压降值对称配置在两侧，相邻炭块压降差不大于 10% (也可根据设计院有关要求排放)。

7.1.3 安放阴极炭块时，单块阴极压降小的端头放在进电端，压降大的端头放在出电端 (也可根据设计院有关要求排放)。

7.1.4 同一槽内阴极炭块原则上使用同一厂家、同一批次，对所安装的阴极炭块的厂家、编号 (数量)、电压降测量值进行记录，以便后期分析阴极炭块质量和组装质量对电解槽工艺的影响。

7.1.5 钢棒头上预先装好窗口挡板，然后进行安装作业，变形的窗口挡板未经校正，严禁使用。

7.1.6 下阴极炭块期间需要使用专用炭块夹吊运阴极炭块，压接面需用胶垫缓冲，避免阴极炭块受损。

7.2 阴极炭块组安装要求

应符合下列规定：

- a) 相邻炭块就位后，用缝宽样板控制不低于 2 点，缝宽控制在 (30 ± 2) mm 以内 (其它缝宽按设计要求)；
- b) 两块相邻炭块顶面标高差不得超过 ± 3 mm，长度误差不得超过 10 mm；
- c) 炭块不得出现悬空现象；
- d) 炭块安装后，在上面铺设一层帆布或彩条布予以保护和防止灰尘。

7.3 质量管控

应符合下列规定：

- a) 压降梯度符合要求，进电端小出电端大；
- b) 标高高度在要求范围内；
- c) 碳间缝的大小匀称；
- d) 相邻炭块顶面标高差和长度误差在要求范围内。

7.4 检测方法

应符合下列规定：

- a) 检查阴极炭块外观的完好度；
- b) 查看炭块是否平整；
- c) 用尺子测量碳间缝、相邻炭块错台、炭块长度差。

8 钢棒焊接

钢棒焊接分为窄缝焊接和连接片焊接，由于窄缝焊接压降更低，并且可减少人为因素的影响，但连接片焊接仍为一种必要的补充。

8.1 窄缝熔焊

8.1.1 焊接要求

焊接阴极钢棒保证熔焊质量，禁止因熔焊质量影响阴极钢棒导电，钢棒焊接时两侧的耐火砖，要采用更耐高温的硅砖或其它材料，代替普通高铝砖和耐火材料，钢棒焊接一次成功，确保焊面整齐平滑，减少外鼓部分的二次修复，钢棒平齐有利于自由伸缩，减少内弯变形对内衬材料的影响。对于部分二代（或三代）槽外侧钢棒头过短的情况，内部钢棒尺寸要相应加长，防止阴极软带受力拉紧，影响阴极母线变形移位。

- a) 将电焊机、阴极钢棒全截面窄缝自动熔焊设备及所需要材料运送至工作现场；
- b) 电焊机放置在待修槽的大面或槽端头安全位置，阴极钢棒焊接机放入槽内，必须与阴极炭块之间做好防护，电源线由槽底通过窗户接到大面配电箱处；
- c) 钢棒头位于窗口中心，与下好的炭块钢棒按要求对齐，钢棒头与安装好的炭块钢棒焊缝宽度控制在尺寸 30 ± 10 mm；
- d) 将焊缝底部用引弧板连结，两侧用更耐高温的硅砖或其它材料封堵，保证封堵严实；
- e) 熔焊电流电压控制在合理范围，保证焊缝两侧钢棒熔深焊透结合良好；
- f) 熔焊出现未熔合、气孔、未熔透、明显焊瘤等焊接缺陷，根据缺陷情况进行修整或割掉返工。
- g) 熔焊钢棒时必须是一次性焊接完毕，不得出现中断造成二次焊接。
- h) 钢棒焊接后两侧外鼓部分 ≤ 2 mm, 超出要求的须修复平齐。
- i) 钢棒尺寸变更，或内衬高度变更，使钢棒焊接后不能同宽或平齐的，要进行找平处理，或按照设计院要求执行，确保钢棒正常伸缩 不受影响。

8.1.2 质量管控

焊接前确保焊缝清洁，严禁出现焊接不饱满、气孔、明显焊瘤、未熔合、未焊透等缺陷。

8.1.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 用强光手电认真查看钢棒熔焊面，有缺陷的进行修整或返工；
- b) 检查到焊缝区有缝隙的，用自制测针测缝隙深度，不符合要求的需割掉返工；
- c) 抽检取样，用气割割掉焊完的焊接区，用锯床锯开查看内部熔焊情况。

8.2 连接片焊接

8.2.1 焊接要求

应符合下列规定：

- a) 连接片厚度为 6 mm, 根据槽型不同，钢棒高度 180 mm 连接片不少于 23 片，钢棒高度 198 mm 连接片不少于 27 片，钢棒高度 228 mm 连接片不少于 30 片；
- b) 连接片与钢棒之间应留 3~5 mm 焊口间隙，焊缝焊接要饱满；
- c) 连接片焊缝禁止虚焊，片间间隙小于 2 mm。

8.2.2 质量管控点

连接片片数，每片焊缝焊接质量。

8.2.3 检测方法

数连接片个数，看焊口间隙，探测虚焊缝隙，抽查切割锯切查看。

9 阴极炭块周围砌筑

9.1 抹窗口、砌周围保温层

浇注前在阴极炭块四周立向砌筑保温材料(按设计要求)。

9.1.1 操作要求

应符合下列规定：

- a) 阴极钢棒与挡板边缘之间、窗口挡板与槽壳之间缝隙用水玻璃石棉腻子由内向外塞满，并从外面压实抹光。腻子塞满后炭块组不得移动，如需移动再重新腻满，钢棒头应处于窗口中心。水玻璃石棉腻子质量比为，水玻璃：(石棉粉 70%+石棉绒 30%)=1:1.5；
- b) 抹完窗口后，将阴极钢棒清理干净，在浇注高强浇注料之前钢棒用水玻璃贴上牛皮纸，包严裹紧；
- c) 砌保温材料时紧贴槽壳四周立砌干砌，立砌时与下方铺底时立砌的侧部保温材料衔接好，上下之间不许用防渗料替代。完毕后把钢棒头之间防渗料填充高度适宜，用工具捣实；
- d) 钢棒空隙内贴保温材料砌筑高铝砖时，泥浆饱满，摆放整齐，上沿不高于钢棒；
- e) 对所有侧部保温材料进行隔离水份处理，可以采用薄膜或者刷涂防水涂料等。
- f) 用不低于 0.20 mm 厚度的牛皮纸对钢棒进行包裹，并用胶水黏贴。

9.1.2 质量管控

应符合下列规定：

- a) 钢棒头处于窗口中心，上下左右不得与槽侧壁相连，具体距离要达到设计要求；
- b) 槽壳内、外侧的窗口石棉腻子都必须饱满、密实(为防止顶开挡板，窗口外侧可在高强浇注料凝固后再进行抹实)；窗口挡板与槽壳缝隙腻子厚度 3~5 mm；牛皮纸包严裹紧钢棒；填充的防渗料捣实。

9.1.3 检测方法

用强光手电检查内外窗口间石棉腻子是否符合要求，牛皮纸是否将钢棒裹严，保温材料是否贴紧槽壳、高铝砖摆放整齐。

9.2 浇注料

9.2.1 浇注要求

应符合下列规定：

- a) 阴极炭块四周进行浇注料施工，浇注前应支设好定型模板，支设牢固，塞好缝隙(为便于脱模，需提前均匀刷油)；若电解槽钢棒与钢棒头尺寸不一致时，需安装专用模具(或在贴牛皮纸前，提前补砌可压缩性保温材料等，使钢棒对接后的高度与宽度平齐)，保证在完成浇注料施工后，钢棒能够伸缩释放部分应力；
- b) 浇注料加水量按厂家提供范围配比，使用有计量刻度的水桶或量器，再结合现场气温高低等情况调整加水量，使浇注料达到最佳状态，每一罐加料一致，加水一致，记录清楚，总结规范；
- c) 搅拌时先将浇注料加入搅拌机干搅，搅拌充分均匀后方可加水，先缓慢添加总水量的约 3/4，再搅拌 1-2 分钟后酌情添加另 1/4 的水量，严禁无计量加水，加水工具必须为专用有刻度量程的工具；
- d) 模板内清洁干净不得有杂物。为方便装料和保护保温材料，可在靠近槽壳侧垫板顺料，均匀摊料，振动棒要倾斜 45 度角慢慢插入浇注料内，待浇注料表面翻浆呈流动状态时再移动振动棒，移动距离为 150~200 mm。振动棒要慢慢倾斜拔出，棒头接近表层时停留数秒，以便表面平整。振动棒在每一位置上振动时间不宜过长，2~3 分钟为宜，以免产生偏析。振动棒要靠近模板侧，避免打到保温材料。振动前阴极表面及侧面遮挡好，防止浇注料振捣飞溅污染阴极；
- e) 浇注后应用草袋、塑料薄膜等保潮物覆盖浇注体保潮养护。养护时间夏季不少于 24 小时，冬季不低于 48 小时，养护温度 10-30 度之间为宜(若空气湿度过大或温度过低，需按设计要求养护时间，或采用适当加热措施，确保水份充分排出)。

9.2.2 质量管控

应符合下列规定：

- a) 浇注料养护超过 24 小时后方可拆除模板，浇注料未凝固拆除模板会影响浇注料强度；

- b) 搅料用水必须清洁干净；
- c) 搅拌浇注料时干料搅匀再加水，加水量、搅拌时间必须有数据卡 控；
- d) 浇注料表面平整，上表面宽度应超过高铝耐火砖；
- e) 浇注料施工禁止污染阴极各面。

9.2.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 浇注前用强光手电查看浇注区卫生情况；
- b) 把控好每罐干湿料的标准搅拌时间，使用标准加水容器(带刻度水桶)或电子称控制加水量；
- c) 查看振捣方法；
- d) 用强光手电检查高强浇注料外观是否有裂纹、空洞、明显麻面缺陷；
- e) 把控养护时间；
- f) 用尺子测量高强浇注料宽度。

9.3 砌筑高铝耐火砖

9.3.1 砌筑要求

用耐火泥浆砌筑高铝耐火砖，为砌筑侧部炭块做好准备，要求砖缝不大于3 mm, 泥浆饱满(若设计无高铝耐火砖层，需在高强浇注料表层进行 找平)。

9.3.2 质量管控

- g) 紧贴槽壳，砖缝间隙，泥浆饱满，表面平整。

9.3.3 检测方法

槽周每个面砌砖时拉通长平整线，查看测量砖缝隙及泥浆，用靠尺量砖平面。

9.4 角部炭块、侧部氮化硅砖砌筑

9.4.1 砌筑要求

应符合下列规定：

- a) 角部由碳素材料侧块砌筑，角部与槽壁之间填充保温材料后灌入氧化铝粉。为便于合门侧部安装调整炭块，侧部调整炭块应仔细加工，宽度尺寸应大于原炭块的 1/2, 并从上部打入；
- b) 砌筑时从角部开始砌筑，侧部碳块背面紧贴槽壳钢板，碳块合门的位置在角部两侧的第三块；
- c) 侧部砌筑前将槽壳上的污垢和周围边面的泥浆清理干净。从角部开始砌筑，氮化硅结合碳化硅侧块砌筑时采用专用泥浆湿砌，应确保侧块 贴槽壁砌筑，与槽壳缝隙要求泥浆饱满；
- d) 为防止损坏侧块，需用木锤或胶锤敲打调整。侧块砌筑时要求立缝 ≤ 1 mm, 卧缝 ≤ 3 mm, 错台 ≤ 5 mm, 为进一步降低间隙误差数值，使氮化硅砖之间、氮化硅砖与槽壳之间衔接更加紧密，可采用气动风镐配带橡皮锤 头作为工具，对侧部氮化硅砖进行均匀捣打，使侧部氮化硅砖能够均匀受力，间隙度减小，衔接更加紧密，在使用时要注意力量释放，不可过度用力使背缝增大产生间隙。

9.4.2 质量管控

应符合下列规定：

- a) 槽壳表面必须清理干净，防止背面间隙过大，影响施工；
- b) b、高铝砖、氮化硅侧块背面和槽壳对接面泥浆饱满，对接面不得有间隙产生，合门一定要紧固。

9.4.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 现场查看侧部立缝、卧缝、背缝及槽壳抹泥情况；
- b) 用板尺测量立缝、卧缝尺寸及炭块错台之差。

10 电解槽扎固作业

在施工前熟悉糊料的性能，按厂家指导意见施工。

10.1 清扫槽体

侧部块砌筑完成后，对槽内进行彻底清扫，将阴极炭块表面和侧面的泥浆和浇注料等杂物清除，使用风管对槽内进行清扫。

10.2 捣打碳间缝及周围缝

应符合下列规定：

- a) 根据槽型不同，碳间缝和周围缝捣打不少于 7 层。
- b) 碳间缝和周围缝单层铺料尺寸结合槽型及炭块高度尺寸情况施工。由一人统一指挥，互相配合，各负其责。

10.2.1 碳间缝捣打

碳间缝捣打前凡与捣固糊接触部位清扫干净，测量和记录阴极炭块的施工温度。作业人员需提前清理鞋底，确保进入槽内保持鞋底干净。碳间缝捣打时捣固机垂直操作行走，行走时锤头紧贴炭块，两端头稍作约3秒的往返停留，禁止出现漏捣。碳间缝依据各槽型设计的层数，前几层依次交替循环进行捣打，后两层连续捣打完后移至下一道缝。最后一层时依靠导轨捣打，每道缝捣打三次往返后再多次上料多次捣打，捣至高于炭块表面高出约5-10mm,然后用平锤捣打成高约0~2 mm“缝帽”。用手锤修整缝帽，使表面平整光洁，无麻面。碳间缝挡板必须固定紧实，确保挡板硬度合适，上下顶紧，严控缝端凸出的情况。

每层铺料时，糊料均匀地刮入缝内，用梯板尺刮平再捣固，每个捣固手在捣固时，捣锤移动的速度为大约10-20mm/s,每层打三个往返，每次往返时间不低于35秒。空压机的风压控制在0.65~0.75 MPa,压缩比1.60~1.65:1为宜。

10.2.2 周围缝捣打

打完碳间缝，拆除所有挡板，把周围糊所需接触部位清扫干净，经检查无误后准备捣固。依据槽型设计，周围缝内每次放入需要量的糊料刮平，然后开始捣固。周围缝依据各槽型设计的层数扎固。一般从第五层开始捣固斜坡，斜坡处分多次捣固，以针刺密度测量合格为准。扎固时避免损伤高铝耐火砖。

- a) 扎固周围缝需从两端面槽纵向错开中心位置，分为A面、B面两个对称区域(如果人员充裕，也可一次整体扎固，但要加强监控，确保减少接缝，整齐有序，质量提高)，分两次进行扎固；
- b) 扎固周围缝需要分区作业，每个捣固手相邻交界位置相互延伸扎固100 mm左右，端头至少从斜坡层开始逐层留台，每层台宽不少于100mm,便于交错压实，严防形成贯通交接缝；
- c) 扎固周围缝风压、压缩比和立缝糊扎固相同(空压机的风压宜控制在0.65~0.75 MPa,压缩比1.60~1.65:1为宜)；
- d) 扎固完毕周围糊需压阴极炭块 30 ± 5 mm左右(按设计要求执行)，斜坡平整无麻面，如有压顶，压顶宽度50 mm(按设计要求执行)；
- e) 逐层铺糊，捣打时先用梅花锤捣打钢棒空隙内不少于三次往返，三至六层的梅花锤捣打遍数，以密度检测合格为依据。再用方锤捣实(压边)，然后用扁锤进行压边，每层扎固方锤、扁锤不少于两次往返。每次铺糊前用梅花锤捣打，使各层间更好的捏合；
- f) 外观测量：扎固后周围糊坡面高度，压缝宽度达到要求。

10.2.3 质量管控

应符合下列规定：

- a) 扎固前槽内凡是与糊料接触部位及阴极表面清扫干净；
- b) 糊料质量，糊料与槽体温度匹配；
- c) 碳间缝往返时间控制，步调一致，捣固机垂直，锤头贴近阴极炭块；
- d) 周围糊相邻的位置交叉延伸扎固；
- e) 锤头的使用顺序，往返遍数，阴极端部无漏捣；

- f) 扎固糊料及阴极周围侧面、表面禁止有杂物污染；
- g) 扎固完伸腿呈斜坡，底边及上顶保证齐、平、直，伸腿表面不得过凸或过凹；
- h) 保证糊料的扎实密度，禁止漏捣、过捣；
- i) 周围糊斜坡与阴极及与侧部接触边修整密实；
- j) 扎固人员统一指令。

10.2.4 检测方法

应符合下列规定：

- a) 查看空压机及气包压力表压力值；
- b) 扎固前查看槽内卫生情况；
- c) 测温仪测量槽内及糊料温度；
- d) 用直板尺测量加料厚度和捣固后的厚度；
- e) 周围糊扎固，参照糊料厂家提供的密度针刺表，必须用针刺密度测量仪检测斜坡各层扎固密度。周围糊前几层和碳间缝使用板尺测量虚料和实料高度(每个炭间缝测量点不少于3点，按平均值计算)来计算压缩比，也可配合使用自制测锥人工测验；
- f) 碳间缝及周围钢棒空隙扎固时，用手电检查铺糊料情况及扎固后的表面缺陷；
- g) 及时对测量数据详细记录；
- h) 压缩比测量锤要按照温度变化而选择使用。

11 槽沿板焊接

11.1 焊接要求

应符合下列规定：

- a) 焊接牢固，焊缝饱满并加固，焊缝无夹渣、咬边、气孔等缺陷；
- b) 焊机放在靠近槽子大面端部，把焊机电源线放在检修箱处；
- c) 焊机电源线接好，把焊把线和焊钳放在A面和B面；
- d) 割枪、气带通过烟道端窗口(或槽下)送入工作槽内；
- e) 各项安全检验无异常后合上电焊机电源闸刀，开始工作；
- f) 把沿板及拐角依次放入槽内；
- g) 沿板先点四个拐角处，再依次顺着点；
- h) 槽沿板用撬棍把铝板条或木板条垫于侧部炭块上，保持 $15\pm 5\text{mm}$ (具体按设计院要求执行)的间隙，并做好焊接时的反变形措施；
- i) 焊接时先点好所有沿板，确保点焊牢固，同时焊接加强筋，加强筋之间的距离 $50\sim 80\text{cm}$ (具体按设计院要求执行)，防止从一端起焊变形过大，焊点开焊，缝隙大，影响焊接质量；
- j) 焊接完毕检查焊接质量，对不符合要求处进行补焊；
- k) 板与侧部块间隙用氮化硅捣打料进行塞实。

11.2 质量管控

应符合下列规定：

- a) 焊接筋板时，根据各槽型不同间距可在 $50\sim 80\text{ cm}$ 范围内调整，加强筋可防止侧部受热上抬；
- b) 焊缝无夹渣、咬边、气孔等。

11.3 检测方法

应符合下列规定：

- a) 查看焊缝有无熔合差、气孔等缺陷。
- b) 各单位根据槽型及管理特点，制定相应的检查表格，记录存档，以备分析、反馈、总结，做到不断优化，不断进步，不断提高。
- c) 阴极碳素寿命预测：建立炭块电阻变化率模型，钠渗透深度检测。